کرم‌چاله چیست؟

«کرم‌چاله» (wormhole) مفهومی در فیزیک نظری است و در واقع مانند تونلی عمل می‌کند که دو نقطه بسیار دور در مکان و حتی زمان را به یکدیگر متصل می‌کند. این کار باعث می‌شود سفرهای غیرقابل تصور از لحاظ مسافتی ممکن شوند و به چند دقیقه یا ساعت کاهش پیدا کنند.

به‌عنوان مثال می‌توان با استفاده از کرم‌چاله، در کسری از ثانیه از یک کهکشان به کهکشانی دیگر سفر کرد؛ فاصله‌ای که می‌تواند هزاران سال نوری از یکدیگر باشد. از آنجا که کرم‌چاله‌ها میان‌برهایی در فضا-زمان هستند، حتی می‌توانند مانند یک ماشین زمان عمل کنند. به‌عنوان مثال امکان دارد وقتی از یک سر کرم‌چاله‌ای خارج می‌شوید، به زمانی زودتر از وقتی بروید که وارد آن کرم‌چاله شده بودید!

کرم‌چاله‌ها کماکان یک مفهوم نظری هستند و دانشمندان هیچ نمونه‌ای برای آن در دنیای واقعی پیدا نکرده‌اند اما کرم‌چاله مفهوم مهمی در معادلات فیزیک است و برخی از مهم‌ترین نظریه‌های فیزیک همچون نظریه‌های فضا-زمان و نسبیت عام اینشتین بسیار روی کرم‌چاله‌ها تکیه می‌کنند.

از آنجا که نظریه انیشتین بارها و بارها مورد آزمایش قرار گرفته و هر بار صحت آن اثبات شده است، برخی از دانشمندان انتظار دارند که در نهایت نمونه‌های حقیقی برای کرم‌چاله‌ها پیدا کنند. این امیدواری از آنجا قوت می‌گیرد که مشابه اسمی کرم‌چاله یعنی «سیاه‌چاله» نیز ابتدا سر و کله‌اش در معادلات ریاضی و فیزیک و بعد در عالم واقعی پیدا شد.

در مقابل، برخی دیگر از دانشمندان هم فکر می‌کنند کرم‌چاله‌ها نمی‌توانند وجود داشته باشند، چرا که بیش از حد ناپایدار هستند. کشش ثابت گرانش بر هر جسمی در جهان تأثیر می‌گذارد. بنابراین گرانش، کرم‌چاله‌ها را نیز تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. دانشمندانی که به‌وجود کرم‌چاله‌ها اعتقادی ندارند، می‌گویند حتی اگر چنین پدیده‌ای نیز وجود داشته باشد، تحت گرانش خود پس از مدت کوتاهی فرو خواهد ریخت. بر این اساس از آنجا که کیهان چندین میلیارد سال عمر دارد، حتی اگر در آغاز جهان کرم‌چاله‌هایی وجود داشته‌اند، اکنون باید همگی فروریخته باشند.

برای بیان ساده مفهوم کرم‌چاله، فضا را می‌توان به‌صورت یک سطح دو بعدی درنظر گرفت. در چنین حالتی، کرم‌چاله را می‌توان به شکل سوراخی در این سطح درنظر گرفت که منجر به ایجاد لوله‌ای سه‌بعدی می‌شود (سطح داخلی یک استوانه). آنگاه این لوله در مکان دیگری از همان سطح دو بعدی به‌صورت یک حفره مشابه با حفره ورودی ظهور خواهد کرد.

رازآلودترین جرم فضایی

نظریه نسبیت عام انیشتین می‌گوید یک جرمِ به اندازه کافی فشرده‌شده، می‌تواند باعث تشکیل سیاه‌چاله شود

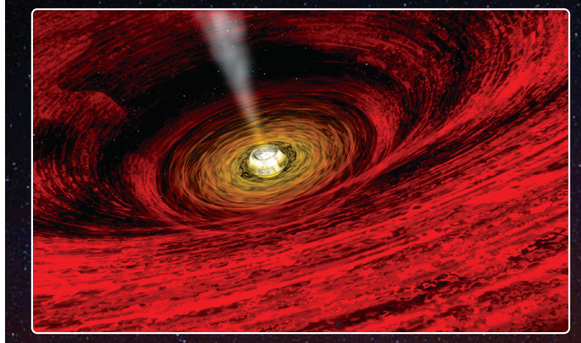
سیاه‌چاله‌ها بدون شک یکی از رازآلودترین و عجیب‌ترین اجرام شناخته‌شده هستند؛ به‌خصوص که با ثبت نخستین تصویر از آنها در سال ۲۰۱۹ و اثبات فرضیه‌های متعدد مربوطه اشتیاق و علاقه مردم و دانشمندان به این اجرام نیز به‌شدت افزایش یافت.

تعریف

سیاه‌چاله (Blackhole) منطقه‌ای در فضا-زمان با گرانشی بسیار قدرتمند است که هیچ‌چیز حتی ذرات و تابش‌های الکترومغناطیسی مانند نور هم نمی‌تواند از میدان جاذبه فوق‌العاده نیرومند آن فرار کند. نظریه نسبیت عام «آلبرت انیشتین» بیان می‌کند که یک جرم به اندازه کافی فشرده‌شده، می‌تواند باعث تغییر شکل و خمیدگی فضا-زمان و تشکیل سیاه‌چاله شود. مرز این ناحیه از فضا زمان را که هیچ‌چیزی پس از عبور از آن نمی‌تواند به بیرون برگردد، «افق رویداد» می‌نامند.

دلیل نامگذاری

صفت «سیاه» در نام سیاه‌چاله برگرفته از این واقعیت است که همه نوری را که از افق رویداد آن می‌گذرد به دام می‌اندازد. از این دیدگاه سیاه‌چاله رفتاری شبیه به جسم سیاه در ترمودینامیک دارد. از سوی دیگر هم، نظریه میدان‌های کوانتومی در فضا زمان خمیده پیش‌بینی می‌کند که افق‌های رویداد نیز تابشی به نام تابش هاوکینگ گسیل می‌کنند که طیف آن همانند طیف جسم سیاهی است که دمای آن با جرمش نسبت وارونه دارد. میزان دما در مورد سیاه‌چاله‌های ستاره‌ای در حد چند میلیاردم کلوین و از این‌رو ردیابی آن دشوار است.



سیاه‌چاله چگونه شکل می‌گیرد؟

متداول‌ترین راه تشکیل سیاه‌چاله مرگ ستاره‌هاست. بیشتر ستاره‌ها با رسیدن به پایان عمر خود متورم می‌شوند و جرم خود را از دست می‌دهند و در نهایت به شکل کوتوله‌های سفید سرد درمی‌آیند ولی ستاره‌های بزرگی که جرم آنها به ۱۰ الی ۲۰ برابر جرم خورشید می‌رسد در پایان عمر به ستاره‌های نوترونی یا سیاه‌چاله تبدیل می‌شوند. وقتی ستاره‌ای کلان‌جرم کل سوخت هسته‌ای خود را مصرف می‌کند، هسته این ستاره، ناپایدار و دچار درون‌ریزی گرانشی و در نهایت لایه‌های بیرونی آن نابود می‌شود. این ستاره‌ها در پایان عمر و طی انفجاری عظیم به نام ابرنواختر منفجر می‌شوند و سیاه‌چاله‌ها یا ستاره‌های نوترونی را از خود به‌جا می‌گذارند.

نخستین کشف‌ها

اجسامی که به‌دلیل میدان گرانشی بسیار قوی اجازه گریز به نور نمی‌دهند برای نخستین مرتبه در قرن هجدهم میلادی توسط «جان میچل» و «پیر سیمون لاپلاس» مورد توجه قرار گرفتند. نخستین راه‌حل نوین نسبیت عام که در واقع ویژگی‌های یک سیاه‌چاله را توصیف می‌کرد در سال ۱۹۱۶ توسط «کارل شوارتزشیلد» کشف شد. هر چند تعبیر آن به‌صورت ناحیه‌ای گریزناپذیر از فضا، تا چهار دهه بعد به خوبی درک نشد، اما برای دوره‌ای طولانی این چالش مورد کنجکاوی ریاضیدانان بود تا اینکه در میانه دهه ۱۹۶۰، پژوهش‌های نظری نشان داد که سیاه‌چاله‌ها به‌راستی یکی از پیش‌بینی‌های ژنریک نسبیت عام هستند. یافتن ستارگان نوترونی باعث شد که وجود اجرام فشرده شده بر اثر رمبش گرانشی به‌عنوان یک واقعیت امکان‌پذیر فیزیکی مورد علاقه دانشمندان قرار گیرد. اینگونه برداشت می‌شود که سیاه‌چاله‌های ستاره‌ای در جریان فروپاشی ستاره‌های بزرگ در یک انفجار ابرنواختری در پایان چرخه زندگی‌شان به‌وجود می‌آیند.

کاملا نامرئی

سیاه‌چاله‌ها به‌دلیل اینکه نوری از آنها خارج نمی‌شود، کاملا نامرئی هستند، اما می‌توانند بودن خود را از راه کنش و واکنش با ماده پیرامون خود نشان دهند. از راه بررسی برهمکنش میان ستاره دوگانه با همدم نامرئی‌شان، اخترشناسان نامزدهای احتمالی بسیاری برای سیاه‌چاله بودن در این منظومه‌ها شناسایی کرده‌اند. این باور جمعی در میان دانشمندان رو به گسترش است که در مرکز بیشتر کهکشان‌ها یک سیاه‌چاله کلان‌جرم وجود دارد. برای نمونه، دستاوردهای ارزشمندی بازگوی این واقعیت است که در مرکز کهکشان راه شیری ما نیز یک سیاه‌چاله کلان جرم با جرمی بیش از ۴ میلیون برابر جرم خورشید وجود دارد.

سیاه‌چاله‌ای در اطراف ما

ستاره‌شناسان با استفاده از شبکه‌ای از تلسکوپ‌های رادیویی زمین و فضا، جزئی‌ترین منظره‌ای را که تاکنون از یک «جت پلاسما» از یک سیاه‌چاله بسیار پرجرم در قلب یک کهکشان دور شلیک می‌شود ثبت کردند. این جت که از قلب یک بلازار دور به نام "3C279" می‌آید، تقریبا با سرعت نور حرکت می‌کند و الگوهای پیچیده‌ای را در نزدیکی منبع خود نشان می‌دهد. این الگوها نظریه استاندارد را که به‌مدت ۴۰ سال برای توضیح چگونگی شکل‌گیری و تغییر این جت‌ها در طول زمان مورد استفاده قرار گرفته است به چالش می‌کشد. بلازارها درخشان‌ترین و قوی‌ترین منابع تابش الکترومغناطیسی در کیهان هستند. آنها زیرمجموعه‌ای از هسته‌های فعال کهکشانی محسوب می‌شوند که شامل کهکشان‌هایی با یک سیاه‌چاله مرکزی پرجرم می‌شود که ماده را از اطراف جمع می‌کنند.

انواع سیاه‌چاله‌ها

در مرکز کهکشان ما، یک سیاه‌چاله بسیار پرجرم می‌چرخد. ویدئویی را با اسکن کردن کد مشاهده فرمایید که در مورد انواع سیاه‌چاله‌ها، نحوه تشکیل آنها و اینکه چگونه دانشمندان این اجرام نامرئی و درعین حال خارق‌العاده را در جهان ما کشف کردند، است.

شبیه‌سازی سقوط به درون سیاه‌چاله

تصورش را بکنید که به داخل یک سیاه‌چاله سقوط کرده‌اید؛ جرم فضایی که جاذبه‌اش آنقدر قدرتمند است که هیچ‌چیز قادر به گریز از آن نیست. با اسکن کردن کد، ویدئویی را مشاهده فرمایید که سقوط به درون یک سیاه‌چاله را شبیه‌سازی کرده است.

ابرنواختر چیست؟

«ابر نواختر» (Supernova)، یک انفجار فوق‌العاده بزرگ و درخشان ستاره‌ای است که زمانی رخ می‌دهد که یک ستاره پرجرم درحال مرگ، شروع به خاموش شدن کند. آنگاه به‌طور ناگهانی منفجر شده و مقدار بسیار زیادی نور تولید می‌کند. انهدام انفجاری ستاره به آنچه ابرنواختر نامیده می‌شود، می‌انجامد که البته بسیار نورانی‌تر و درخشان‌تر از نواختر است و باقی‌مانده ستاره را به‌صورت یک تپ‌اختر (پالسار) یا ستاره نوترونی یا شاید سیاه‌چاله برجای می‌گذارد. طی این انفجار عظیم، ستاره، ماده خود را به‌سوی فضا پرتاب می‌کند و امکان دارد درخشندگی آن، به‌مدت چند روز، از کل یک کهکشان هم بیشتر باشد. هنوز هم می‌توان بقایای درخشان ستاره‌های منفجر شده را که صدها یا هزاران سال پیش از هم پاشیده‌اند، مشاهده کرد. ابرنواخترها به اندازه‌ای درخشان هستند که حتی یکی از همین ابرنواخترها در گذشته، در چین و در روز روشن با چشم غیرمسلح مشاهده شده است. در کهکشان خودمان به‌طور میانگین در هر قرن یک یا دو ابَرنواختر رخ می‌دهد که برخی از آنها نیز در پس غبار کهکشان پنهان می‌شوند. آخرین ابرنواختر قطعی که در راه‌شیری مشاهده شد، ابرنواختر کپلر در سال ۱۶۰۴ میلادی بود. در عین حال ستاره‌شناسان به‌ویژه رصدگران آماتور تعداد بسیار بیشتری را در دیگر کهکشان‌ها یافته‌اند. ابرنواخترها به‌طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند که این تقسیم‌بندی براساس پایه نحوه تشکیل آنها شکل گرفته است.

گونه دوم

اینگونه از ابرنواخترها در حقیقت ستاره‌های پرجرمی هستند که سوخت هسته‌ای درون‌شان به پایان رسیده است و با توجه به اینکه جرم هسته به ماوراء حد چاندراسخار (نام حدی در نجوم است که وضعیت ستاره پس از انفجار را مشخص می‌کند؛ به‌شکلی که اگر جرم هسته ستاره بعد از انفجار از حد چاندراسخار کمتر بود هسته ستاره به کوتوله سفید تغییر می‌کند که خورشید ما نیز در این دسته جای می‌گیرد و اگر بیشتر بود هسته ستاره، به ستاره نوترونی یا سیاه‌چاله تبدیل می‌شود.) یعنی بسیار بیشتر از یک‌چهارم برابر جرم خورشید می‌رسد انقباض هسته تا رسیدن به فشار تبهگنی نوترونی و در واقع تبدیل شدن ستاره به یک ستاره نوترونی ادامه پیدا می‌کند و در نتیجه مواد در لایه‌های بالایی جو ستاره به شکل انفجار مهیب به بیرون پرتاب می‌شوند.

گونه نخست

انفجار ابرنواختری گونه نخست، در ستاره‌های دوتایی بسیار نزدیک رخ می‌دهد که در آن جرم ستاره کوتوله سفید به‌دلیل جاری شدن مواد از ستاره همدم به‌سوی آن از حد چاندراسخار بیشتر می‌شود و به‌علت جرم زیاد کوتوله سفید، کوتوله بر خود فرو می‌ریزد و ابرنواختر به‌وجود می‌آید.